

**DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SOFTWARE ACADÉMICO PARA EL
ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO Y RECONOCIMIENTO DE
MATERIALES EXPUESTOS A ENSAYOS DE TENSIÓN EN EL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD
DE LA COSTA**

Billy Betancur Castro

**UNIVERSIDAD DE LA COSTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
BARRANQUILLA**

2014

**DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SOFTWARE ACADÉMICO PARA EL
ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO Y RECONOCIMIENTO DE
MATERIALES EXPUESTOS A ENSAYOS DE TENSIÓN EN EL
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD
DE LA COSTA**

Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero de Sistemas

Billy Betancur Castro

Asesor:

Alexis de la Hoz

Ingeniero de Sistemas y Computación

**UNIVERSIDAD DE LA COSTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
BARRANQUILLA**

2014



Barranquilla 20 de Junio de 2014

Señores: Corporación Universidad de la Costa (CUC)

Atención: Departamento Admisiones y Registros y Biblioteca

Asunto: Recepción de proyecto de grado

El día 20 de Junio de 2014, el estudiante **Billy Betancur Castro** identificado con **C.C. 1129576280**, hizo la entrega de los documentos y monografía de proyectos de grado junto con los anexos respectivos al programa de ingeniería de sistemas. A continuación se relaciona la información del proyecto de grado:

Título del proyecto: Diseño y Desarrollo de un Software Academico para el Estudio del Comportamiento y Reconocimiento de Materiales Expuestos a Ensayos de Tension en el Laboratorio de Resistencia de Materiales de la Universidad de la Costa

Calificación: 4.2

Decisión del jurado evaluador: Aprobado

Tutor: Alexis de la Hoz Manotas

Cotutor: Roberto Morales Ortega

El jurado califico el proyecto presentado como un proyecto destacable dado los objetivos alcanzados con el desarrollo del trabajo de grado. Esta calificación incluye el desempeño durante todo el proyecto y la sustentación final asignada por los jurados que por su director de proyecto de grado lo que incluye:

Atentamente

Paola Ariza Colpas
Ing. Paola Patricia Ariza Colpas
Director de Programa
Ingeniería de Sistemas

NOTA DE ACEPTACION

JURADO 1

JURADO 2

RESUMEN

Debido al auge de la tecnología, hoy día se hace necesaria la utilización de los avances tecnológicos con el fin de ejecutar los procesos con exactitud y precisión, en menor tiempo. Teniendo en cuenta lo anterior, y pensando en la forma de sistematizar las prácticas académicas, surgió la iniciativa de diseñar y desarrollar un software académico para el estudio del comportamiento y reconocimiento de materiales expuestos a ensayos de tensión en el laboratorio de resistencia de materiales de la Universidad de la Costa, indicando claramente la problemática y la justificación del mismo, así como su metodología, que consistió en establecer los requerimientos académicos específicos, determinar los modelos matemáticos y herramientas informáticas a utilizar, codificar los módulos requeridos y diseño de interfaz.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se pudo concluir que los productos de software concernientes a la asistencia en los ensayos de tensión son escasos, de difícil acceso o de procedencia no comercial; y que la utilización de Matlab permite mejoras en la visualización de gráficas en el software desarrollado.

Palabras clave: Software académico, Resistencia Materiales, Ensayo de Tensión.

ABSTRACT

Due to the rise of technology, the use of technological advances is needed nowadays, in order to run the process with accuracy and precision in less time. Considering the above, and thinking about how to systematize the academic practices, arose the initiative to design and develop an academic software for the study of behavior and recognition of materials exposed to tensile testing at the strength of materials laboratory at the 'Universidad de la Costa', indicating the problem clearly and justification thereof, as well as its methodology, which consisted in establishing the specific academic requirements, determining the mathematical models and computer tools to use, encoding the required modules and interface design.

According to the results, it was concluded that the software products concerning the assistance in the tensile testing are scarce, inaccessible or non-commercial origin; and that using Matlab allows improvements in the graphical display of the software developed.

Keywords: Academic Software, Strength of Materials, Tensile Tests.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	9
2. OBJETIVOS	11
2.1. OBJETIVO GENERAL	11
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
4. JUSTIFICACIÓN	14
5. DELIMITACIÓN	16
6. MARCO TEÓRICO	17
6.1. DISEÑO Y DESARROLLO DE SOFTWARE	17
6.1.1. EXCEL	17
6.1.2. JAVA	17
6.1.3. JCOMMON	18
6.1.4. JFREECHART	18
6.1.5. JEXCEL	18
6.1.6. MATLAB	19
6.1.7. MATLABCONTROL	19
6.1.8. NETBEANS	19
6.2. ENSAYO DE TENSIÓN	19
6.2.1. CONCEPTOS BÁSICOS	20
6.2.1.1. Alargamiento	20
6.2.1.2. Área	20
6.2.1.3. Esfuerzo	21
6.2.1.4. Fuerza	21
6.2.1.5. Ley de Hooke	21
6.2.1.6. Longitud	21
6.2.1.7. Método de Simpson 1/3	21
6.2.1.8. Norma ASTM E8	21
6.2.1.9. Pascal	22
6.2.1.10. Punto de Fractura	22
6.2.1.11. Software académico	22
6.2.1.12. Zona Elástica	23
6.2.1.13. Zona Plástica	23
6.2.2. MATERIALES	23
6.2.3. PROPIEDADES MECÁNICAS	24
6.2.3.1. Deformación Unitaria	25
6.2.3.2. Esfuerzo de Fluencia	25

6.2.3.3. Esfuerzo de Ruptura	25
6.2.3.4. Módulo de Elasticidad	26
6.2.3.5. Módulo de Resiliencia	26
6.2.3.6. Módulo de Tenacidad	27
6.2.3.7. Porcentaje de Elongación	28
6.2.3.8. Porcentaje de Reducción de Área	28
6.2.3.9. Resistencia Máxima	28
6.2.3.10. Tabla de Valores	28
7. ESTADO DEL ARTE	30
8. DISEÑO METODOLÓGICO	33
9. INGENIERÍA DEL SOFTWARE	36
9.1. REQUERIMIENTOS FUNCIONALES.....	36
9.2. REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA	36
9.3. DISEÑO DEL SOFTWARE	37
9.3.1 DIAGRAMA CONCEPTUAL	37
9.3.2 DIAGRAMA DE CLASES	37
9.3.3 DIAGRAMA CASOS DE USO	37
10. RESULTADOS	38
11. CONCLUSIONES	40
12. BIBLIOGRAFÍA	41

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. TIPOS DE ZONAS	14
FIGURA 2. ESFUERZO DE FLUENCIA	16
FIGURA 3. MATERIAL DÚCTIL	17
FIGURA 4. MÓDULO DE RESILIENCIA	18
FIGURA 5. MÓDULO DE TENACIDAD	18

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. PROPIEDADES DE MATERIALES	20
---	-----------

ÍNDICE DE IMÁGENES

IMAGEN 1. INICIO DEL ENSAYO	30
IMAGEN 2. FIN DEL ENSAYO (MUESTRA DE RESULTADOS)	30

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

DIAGRAMA 1. DIAGRAMA CONCEPTUAL	28
DIAGRAMA 2. DIAGRAMA DE CLASES	28
DIAGRAMA 3. DIAGRAMA DE CASOS DE USOS	28

1. INTRODUCCIÓN

El campo académico de la vida universitaria requiere de herramientas que faciliten y agilicen el desarrollo de prácticas de los estudiantes para el afianzamiento y aplicación de los conocimientos adquiridos. Sin embargo, la simple apertura de espacios para prácticas ya no es suficiente. Debido al auge de la tecnología, hoy día se hace necesaria la utilización de los avances tecnológicos con el fin de ejecutar los procesos con exactitud y precisión, en menor tiempo.

Teniendo en cuenta lo anterior, se inició el proceso de sistematización del laboratorio de resistencia de materiales que tiene lugar en la Universidad de la Costa y está orientado a las prácticas académicas alusivas a resistencia de materiales. Basados en esta iniciativa de sistematización, surgió la idea de crear un software académico que facilitara, como primera medida, el proceso de enseñanza y desarrollo de los ensayos de tensión en dicho laboratorio.

Para dar solución a esta problemática se creó un software a medida, teniendo en cuenta que existe software que puede ser utilizado para prácticas académicas similares a las que se desarrollan en el laboratorio, pero, según el estado del arte realizado, éstos no cumplen con las exigencias del profesorado, otros son orientados a simulación, algunos presentan un costo muy elevado y otros no son comercializados.

En ese sentido, el software desarrollado se adecuará a las necesidades planteadas y trabajará con base en entrada de valores característicos del ensayo de tensión. Este impactará directa y únicamente al laboratorio de resistencia de materiales de la Universidad de la Costa, debido a que, desde el momento de su implementación, optimizará los ensayos de tensión que se realizan en el laboratorio de resistencia de materiales. Con esta iniciativa, se hace un llamado a la sistematización progresiva de las prácticas académicas de

la Universidad de la Costa que aún se realicen con trabajo manual y requieran de herramientas informáticas en sus procesos.

En este documento se plasmará el desarrollo del proyecto, indicando claramente la problemática y la justificación del mismo, así como su metodología y los componentes de ingeniería de software utilizados, para finalmente indicar sus resultados y las conclusiones obtenidas a partir del ejercicio de investigación e implementación realizado.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Diseñar y desarrollar un software académico que simplifique el estudio, reconocimiento y comportamiento de los principales materiales expuestos a ensayos de tensión en el laboratorio de resistencia de materiales de la Universidad de la Costa.

2.2. Objetivos Específicos

- Establecer el listado de requerimientos académicos específicos para la construcción del software.
- Determinar los modelos matemáticos y herramientas informáticas necesarias para el cumplimiento de los requerimientos académicos del software.
- Diseñar una interfaz de fácil manipulación del software.
- Desarrollar los módulos que integrarán el software para el adecuado cumplimiento de los requerimientos planteados.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La universidad y en general la academia, es un espacio orientado al aprendizaje teórico y práctico de sus estudiantes. Es por ello que las instituciones de educación superior plantean y desarrollan, dentro de los grupos de investigación, nuevos instrumentos que sirvan de apoyo al proceso pedagógico.

Sin embargo, la simple apertura de espacios para prácticas ya no es suficiente. Debido al auge de la tecnología, hoy día se hace necesaria la utilización de los avances tecnológicos con el fin de ejecutar los procesos con exactitud y precisión, en menor tiempo. Bajo esta premisa de educación asistida por tecnología, se propuso la sistematización de sus ensayos que tienen lugar en el laboratorio de resistencia de materiales de la Universidad de la Costa.

Con el inicio del proceso de sistematización, se detectó la carencia de una herramienta informática que permitiera optimizar, como primera medida, los ensayos de tensión, debido a la complejidad de desarrollar de forma manual el cálculo de las variables que corresponde a estos ensayos. Al iniciar la búsqueda de dicha herramienta se descubrió que, pese a que existe software que puede ser utilizado para prácticas académicas similares a las que se desarrollan en el laboratorio, éstos no cumplen con las exigencias del profesorado, otros son orientados a la simulación, y algunos presentan un costo muy elevado para su adquisición. En ese sentido, el diseño e implementación de un software a medida se convirtió en una alternativa viable para la optimización de este ensayo.

Teniendo en cuenta lo anterior, se planteó la siguiente pregunta: ¿De qué manera se puede diseñar e implementar un software académico que facilite el estudio del comportamiento y reconocimiento de los principales materiales

expuestos a ensayos de tensión en el laboratorio de resistencia de materiales de la Universidad de la Costa?

4. JUSTIFICACIÓN

El software desarrollado surgió como un complemento para el trabajo del laboratorio de resistencia de materiales de la Universidad de la Costa, debido a la necesidad que tiene este de una herramienta que optimice el proceso del estudio del comportamiento de materiales expuestos a ensayos de tensión.

Este software está en la capacidad de identificar las entradas para el análisis, que son los datos de fuerza y alargamiento, requeridas para los procedimientos del software académico. Acto seguido, el software halla, genera y grafica los valores de esfuerzo y deformación unitaria, teniendo en cuenta las entradas del sistema. Posteriormente, el programa se conecta a Matlab para realizar la gráfica de los valores de esfuerzo y deformación unitaria para visualizar y estudiar de forma clara el comportamiento de los materiales expuestos al ensayo.

El software también establece los porcentajes de elongación, porcentaje de reducción de área; halla el módulo de elasticidad, esfuerzo de fluencia, módulo de resiliencia, módulo de tenacidad, resistencia máxima y esfuerzo de ruptura. Y finalmente, identifica los cuatro principales materiales que se utilizan para los ensayos de tensión en el laboratorio, que son: Acero, aluminio, bronce y cobre.

Previo al diseño del software, los estudiantes, docentes o personas interesadas en ejecutar ensayos de tensión se veían en la obligación de realizar un proceso tedioso, lento y manual. Con la implementación del software, la comunidad académica del programa de Ingeniería Civil tendrá la oportunidad de experimentar una práctica académica ágil, precisa y sistematizada.

La creación de esta herramienta informática no solo se convierte en el primer paso a la sistematización del laboratorio, sino que invita a la sistematización de todas las prácticas académicas de la Universidad de la Costa que aún no se

encuentren apoyadas por herramientas informáticas, siempre y cuando las requieran.

5. DELIMITACIÓN

El software, desarrollado en el lenguaje de programación Java, para ser ejecutado en el sistema operativo Windows y para conectarse con Matlab en la versión R2013b, está diseñado como una herramienta académica dirigida a los estudiantes de la Universidad de la Costa.

Este funcionará, de manera específica, para los ensayos de materiales expuestos a tensión en el laboratorio de resistencia de materiales del programa de Ingeniería Civil, cuyo escenario es utilizado por los estudiantes de IV Semestre del programa mencionado, en la asignatura 'Laboratorio de resistencia de materiales'.

6. MARCO TEÓRICO

Para este trabajo de grado se tuvieron en cuenta dos tipos de conceptos: Los relacionados con la fundamentación teórica del ensayo de tensión en la resistencia de materiales; y los alusivos a la funcionalidad del software desarrollado. A continuación se desglosa, en dos grupos, cada uno de ellos.

6.1. Diseño y Desarrollo de Software

Para el diseño y desarrollo del software académico que asistiera el estudio del comportamiento, y reconocimiento de materiales expuestos a ensayos de tensión en el laboratorio de resistencia de materiales de la Universidad de la Costa, se requirió el apoyo de las siguientes herramientas:

6.1.1. Excel

“Excel es un software que permite crear tablas, y calcular y analizar datos. Este tipo de software se denomina software de hoja de cálculo. Excel permite crear tablas que calculan de forma automática los totales de los valores numéricos que especifica, imprimir tablas con diseños cuidados, y crear gráficos simples.” (Microsoft, 2014).

En el proyecto es utilizado como una alternativa en el ingreso de los datos de fuerza y alargamiento, los cuales son indispensables para el desarrollo del ensayo.

6.1.2. Java

“Java es un lenguaje de programación y la primera plataforma informática creada por Sun Microsystems en 1995. Es la tecnología subyacente que permite el uso de programas punteros, como herramientas, juegos y aplicaciones de negocios. Java se ejecuta en más de 850 millones de ordenadores personales de todo el mundo y en miles de millones de dispositivos, como dispositivos móviles y aparatos de televisión.” (Oracle, 2014).

Java es tomado como lenguaje de programación para soportar el software.

6.1.3. JCommon

JCommon es una librería de clases de Java que se utiliza por JFreeChart, Pentaho Reporting y algunos otros proyectos. La librería contiene clases que soportan:

- Configuraciones y un código de administración de dependencias.
- Un marco de registro general.
- Utilidades de texto.
- Clases de interfaz de usuario para mostrar información acerca de las aplicaciones.
- Gestores de diseño personalizado.
- Panel selector de fechas.
- Utilidades de serialización. (Object Refinery, 2013).

Esta librería es la que hace posible la utilización de la librería JFreeChart.

6.1.4. JFreeChart

“JFreeChart es una herramienta gratuita de la librería gráfica de Java que hace que sea fácil para los desarrolladores mostrar gráficos de calidad profesional en sus aplicaciones.” (Object Refinery, 2013).

Esta librería es la que se encarga de realizar la gráfica de esfuerzo-deformación que permite el estudio a fondo del material.

6.1.5. JExcel

“La API JExcel es un API de Java de código abierto que permite a los desarrolladores leer, escribir y modificar las hojas de cálculo de Excel dinámicamente.” (Dice, 2014).

Esta librería es la que se encarga de realizar la conexión entre Excel y el software.

6.1.6. Matlab

“Es un lenguaje de alto nivel y un entorno interactivo para el cálculo numérico, la visualización y la programación. Mediante MATLAB, es posible analizar datos, desarrollar algoritmos y crear modelos o aplicaciones.” (MathWorks, 2014).

MatLab es utilizado como graficador secundario de los datos de esfuerzo y deformación.

6.1.7. MatlabControl

Matlabcontrol es una API de Java que permite llamar a MATLAB desde Java. (MatlabControl, 2013).

Esta es la encargada de realizar la conexión entre el software y MatLab.

6.1.8. Netbeans

“Es un entorno de desarrollo - una herramienta para que los programadores puedan escribir, compilar, depurar y ejecutar programas. Está escrito en Java - pero puede servir para cualquier otro lenguaje de programación. Existe además un número importante de módulos para extender el NetBeans IDE. NetBeans IDE es un producto libre y gratuito sin restricciones de uso.” (Oracle, 2013).

Es el entorno de desarrollo en el cual se realizó el software.

6.2. Ensayo de Tensión

“La resistencia de un material depende de su capacidad para soportar una carga excesiva sin presentar deformación o falla. Esta propiedad es inherente al propio material y debe determinarse mediante la experimentación. Una de las pruebas mas importantes a este respecto es el ensayo de tensión...”. “Aunque a partir de esta prueba se pueden establecer varias propiedades mecánicas importantes de un material, se utiliza principalmente para determinar la relación

entre el esfuerzo normal promedio y la deformación normal promedio en muchos materiales de ingeniería como metales, cerámicas, polímeros y materiales compuestos.”(Hibbeler, 2011 Pag. 81).

En el caso del laboratorio de resistencia de materiales de la Universidad de la Costa, los materiales que se someten a este ensayo son: Acero, aluminio, bronce y cobre. A continuación se desglosan los conceptos básicos necesarios para la realización de este ensayo.

6.2.1. Conceptos Básicos

Para el diseño y desarrollo del software académico que asistiera el estudio del comportamiento, y reconocimiento de materiales expuestos a ensayos de tensión en el laboratorio de resistencia de materiales de la Universidad de la Costa, se requirió el apoyo de los siguientes conceptos básicos:

6.2.1.1. Alargamiento

“Cuando se ensaya a la tracción una muestra de cualquier material hasta su rotura, se toman generalmente medidas de alargamiento basándose en cierta longitud inicial de ensayo. En algunas clases de ensayos, la longitud inicial de ensayo ha sido normalizada, pero en cualquier caso el alargamiento total a la rotura debe ser referido a esta longitud inicial de ensayo de la muestra sobre la que fue medido.” (Fink, Wayne, Carroll, 1981 Apartado 4, Pág. 24).

En el laboratorio de resistencia de materiales de la Universidad de la Costa, el alargamiento es medido por el estudiante durante la aplicación de fuerza en el ensayo.

6.2.1.2. Área

“Es la medida de una superficie. El área se refiere al tamaño.” (Baldor, 2004 Pág. 203).

En el laboratorio de resistencia de materiales de la Universidad de la Costa, se trabajan con dos tipos de áreas: Rectangular y circular.

6.2.1.3. Esfuerzo

“Describe la intensidad de la fuerza interna sobre un plano específico que pasa a través de un punto.” (Hibbeler, 2011 Pág. 22).

El esfuerzo es denotado con la letra σ y es hallado por medio de la expresión $\sigma = \frac{F}{A_i}$; donde F es la fuerza aplicada y A_i es el área verdadera hallada por medio de la ecuación $A_i = \frac{A_o}{e^\epsilon}$; donde A_o es el área inicial y ϵ la deformación unitaria. (Ahumada, 2009).

6.2.1.4. Fuerza

“La fuerza es causada por el contacto directo de un cuerpo con la superficie de otro.” (Hibbeler, 2011 Pág. 4).

6.2.1.5. Ley de Hooke

“Los diagramas de esfuerzo-deformación para la mayoría de los materiales de ingeniería presentan una relación lineal entre el esfuerzo y la deformación dentro de la región elástica. En consecuencia, un incremento en el esfuerzo ocasiona un aumento proporcional en la deformación. Este hecho fue descubierto por Robert Hooke en 1676 mediante el uso de resortes y se conoce como la ley de Hooke.” (Hibbeler, 2011 Pág. 90).

6.2.1.6. Longitud

“Es la magnitud física que expresa la distancia entre dos puntos.” (RAE, 2014).

6.2.1.7. Método de Simpson 1/3

“La Regla de Simpson de 1/3 proporciona una aproximación más precisa, ya que consiste en conectar grupos sucesivos de tres puntos sobre la curva mediante parábolas de segundo grado, y sumar las áreas bajo las parábolas para obtener el área aproximada bajo la curva.” (Idemar, 2014).

6.2.1.8. Norma ASTM E8

Estos métodos de prueba cubren la prueba de tensión de materiales metálicos en cualquier forma a temperatura ambiente, específicamente, los métodos de

determinación de la resistencia a la fluencia, rendimiento del punto alargamiento, resistencia a la tracción, elongación y la reducción del área. (ASTM, 2013).

6.2.1.9. Pascal

“Como el esfuerzo representa una fuerza por unidad de área, en el Sistema internacional de Unidades o SI, las magnitudes de los esfuerzos normal y cortante se especifican en las unidades básicas de newtons por metro cuadrado (N/m^2). Esta unidad, es denominada pascal ($1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$).” (Hibbeler, 2011 Pág. 23).

6.2.1.10. Punto de Fractura

Se tiene que la fractura es la “situación en la cual existe separación de un sólido en por lo menos dos partes.” (Mesa, 2014) Entonces el punto de fractura hará referencia al último punto generado en el ensayo antes de la fractura de la probeta.

6.2.1.11. Software académico

Este término hace referencia a una herramienta informática que facilita la realización de actividades prácticas, en un contexto “perteneciente o relativo a centros oficiales de enseñanza” (RAE, 2014).

Suele haber confusión entre los términos ‘software académico’ y ‘software educativo’, pero lo cierto es que los de carácter educativo son herramientas informáticas didácticas que, por sí mismas o con la ayuda de un docente, “educan o sirven para educar” (RAE, 2014).

El software desarrollado adquiere la connotación ‘académico’, puesto que no se dedica a instruir a los estudiantes sobre cómo se realizan los ensayos de tensión, sino que los asiste en las prácticas de dichos ensayos.

6.2.1.12. Zona Elástica

En la región elástica, también conocida como zona elástica, “es válido emplear la Ley de Hooke sobre elasticidad, donde la deformación es proporcional al esfuerzo y se observa como una línea recta en la gráfica esfuerzo-deformación; existe restitución de la forma y dimensiones de la probeta si la carga es retirada.” (Mesa, 2014). Ver figura 1.

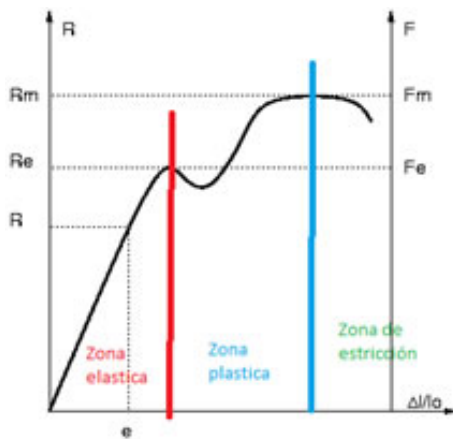


Figura 1. Tipos de zonas. (Figura tomada de Mesa, 2014)

6.2.1.13. Zona Plástica

“En esta zona el esfuerzo deja de ser proporcional a la deformación y existe deformación permanente una vez es retirada la carga.” (Mesa, 2014). Ver figura 1.

6.2.2. Materiales

El laboratorio de resistencia de materiales de la Universidad de la Costa realiza sus ensayos de tensión con los siguientes materiales:

6.2.2.1. Acero

“El acero es una aleación de hierro y carbono, donde el carbono no supera el 2,1% en peso de la composición de la aleación, alcanzando normalmente porcentajes entre el 0,2% y el 0,3% para aceros de bajo carbono, que son los utilizados para las construcciones. Porcentajes mayores al 2,1% de carbono

dan lugar a las fundiciones, aleaciones que al ser frágiles y no poderse forjar — a diferencia de los aceros—, se moldean.” (Encuentro Internacional de Acero en Colombia, 2013).

6.2.2.2. Aluminio

“Es un metal ligero, blando pero resistente, de aspecto gris plateado. Su densidad es aproximadamente un tercio de la del acero o el cobre. Es muy maleable y dúctil y es apto para el mecanizado y la fundición.” (Universidad Nacional Autónoma de México, 2006).

6.2.2.3. Bronce

“Es una aleación de cobre y cantidades pequeñas de estaño, normalmente entre el 1 y 5% y no mayores al 10 %.” (Zamora, 2004).

6.2.2.4. Cobre

“El cobre es un metal duro, de color rojizo, inerte y pesado, extraordinariamente dúctil y maleable.” (Universidad de Antofagasta, 2006).

6.2.3. Propiedades Mecánicas

Teniendo en cuenta la definición de cada uno de los materiales utilizados para este ensayo, es pertinente tener conocimiento de las propiedades mecánicas que poseen. Estas “nos permiten diferenciar un material de otro ya sea por su composición, estructura o comportamiento ante algún efecto físico o químico, estas propiedades son usadas en dichos materiales de acuerdo a algunas necesidades creadas a medida que ha pasado la historia, dependiendo de los gustos y propiamente de aquella necesidad en donde se enfoca en el material para que este solucione a cabalidad la exigencia creada.” (Universidad Tecnológica de Pereira, 2012).

Las propiedades mecánicas estudiadas para este ensayo son las siguientes:

6.2.3.1. Deformación Unitaria

“Es la cantidad geométrica que se mide mediante técnicas experimentales. Una vez obtenida, es posible determinar el esfuerzo en el cuerpo a partir de las relaciones entre las propiedades del material.” (Hibbeler, 2011 Pág. 69).

La deformación unitaria es denotada con ϵ y es hallada por medio de la expresión $\epsilon = \frac{\Delta l}{l_o}$; donde l_o es la longitud inicial del material y Δl los delta de alargamiento que sufre por la aplicación de la fuerza. (Ahumada, 2009).

6.2.3.2. Esfuerzo de Fluencia

“Valor de esfuerzo que separa el comportamiento elástico del comportamiento plástico de un material.” (Mesa, 2014).

El esfuerzo de fluencia convencional se calcula a partir de la intersección de una línea recta (con pendiente igual a la del diagrama desplazada una holgura que oscila entre 0.002 y 0.005 de deformación unitaria) y la curva del material.

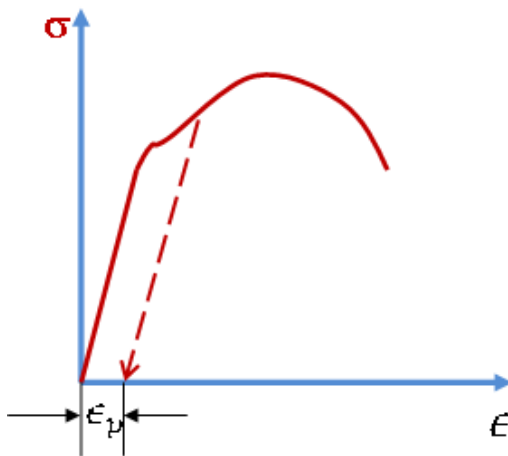


Figura 2. Esfuerzo de Fluencia.

6.2.3.3. Esfuerzo de Ruptura

“Valor en el cual se genera la fractura de la probeta y, por tanto, el fin del ensayo.” (Mesa, 2014).

El esfuerzo de ruptura se calcula como $\sigma_r = \frac{F_{ruptura}}{A_i}$; Donde $F_{ruptura}$ es el último valor de fuerza medido en el ensayo y A_i es el área verdadera hallada por medio de la ecuación $A_i = \frac{A_0}{e^\epsilon}$; donde A_0 es el área inicial y ϵ la deformación unitaria. (Ahumada, 2009).

6.2.3.4. Módulo de Elasticidad

Es una de las propiedades mecánicas más importantes, pues indica la rigidez que tiene un material. (Hibbeler, 2011 Pág. 91).

“Muchos materiales de ingeniería exhiben en un inicio un comportamiento elástico lineal, según el cual el esfuerzo es proporcional a la deformación, definido por la ley de Hooke, ($\sigma = E\epsilon$). Aquí E, llamado modulo de elasticidad, es la pendiente de esta línea recta en el diagrama de esfuerzo-deformación.” (Hibbeler, 2011 Pág. 113).



Figura 3. Material dúctil. (Figura tomada de Hibbeler, 2011 Pág. 113.)

6.2.3.5. Módulo de Resiliencia

“La resiliencia de un material representa su capacidad de absorber la energía sin experimentar ningún tipo de daño permanente.” (Hibbeler, 2011 Pág. 92).

“La energía de deformación es la energía almacenada en un material debido a su deformación. Esta energía por unidad de volumen se denomina densidad de la energía de deformación. Si se mide hasta el límite de proporcionalidad, se conoce como el módulo de resiliencia.” (Hibbeler, 2011 Pág. 93).

“A partir de la región elástica del diagrama de esfuerzo-deformación,”... figura 4, se observa que el módulo de resiliencia, “es equivalente al área triangular sombreada bajo el diagrama.” (Hibbeler, 2011 Pág. 92).

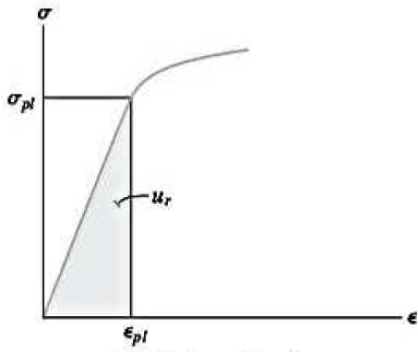


Figura 4. Módulo de Resiliencia. (Figura tomada de Hibbeler, 2011 Pág. 92.)

En la figura anterior, se observa que el módulo de resiliencia se delimita por el punto (0,0) y el esfuerzo de fluencia.

6.2.3.6. Módulo de Tenacidad

“Indica la densidad de la energía de deformación del material justo antes de fracturarse”, por ello esta es medida hasta el punto de fractura. “Esta cantidad representa toda el área bajo el diagrama de esfuerzo-deformación.” (Hibbeler, 2011 Pág. 93).

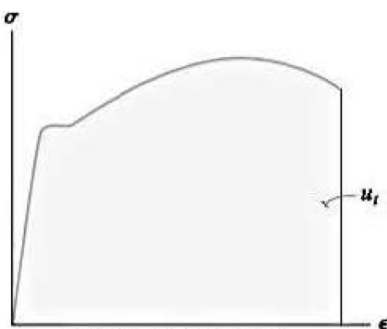


Figura 5. Módulo de Tenacidad. (Figura tomada de Hibbeler, 2011 Pág. 93.)

6.2.3.7. Porcentaje de Elongación

“Es la deformación a la fractura expresada en porcentaje. Por lo tanto, si la longitud calibrada original de la probeta es l_o y su longitud a la fractura es l_f entonces

$$\%elong = \frac{l_f - l_o}{l_o} * 100” \text{ (Hibbeler, 2011 Pág. 87).}$$

6.2.3.8. Porcentaje de Reducción de Área

Es una manera de especificar la ductilidad y es definida por: $\%R.A = \frac{A_o - A_f}{A_o} * 100$. (Hibbeler, 2011 Pág. 87).

6.2.3.9. Resistencia Máxima

“Valor máximo de la ordenada que puede tomar un material durante el ensayo de tracción (el punto más alto de la curva), luego de este esfuerzo se inicia la estricción de la probeta.” (Mesa, 2014).

La resistencia máxima o última se calcula como $\sigma_{t=\frac{F_{max}}{A_i}}$; Donde F_{max} es el valor máximo de fuerza aplicado en el ensayo y A_i es el área verdadera hallada por medio de la ecuación $A_i = \frac{A_o}{e^\epsilon}$; donde A_o es el área inicial y ϵ la deformación unitaria. (Ahumada, 2009).

6.2.3.10. Tabla de Valores

La tabla de valores utilizada para este software está basada en la tabla ubicada en el Apéndice B del libro *Mecánica de Materiales (2013)*, que muestra propiedades típicas de distintos materiales usados en ingeniería. En este caso, la tabla de valores se conformó tomando los valores correspondientes a esfuerzo de fluencia, resistencia máxima, módulo de elasticidad y ductilidad de los materiales comúnmente utilizados en el laboratorio de resistencia de materiales de la Universidad de la Costa, que son: Acero, aluminio, bronce y cobre.

Tipo de Material	Esfuerzo de Fluencia (MPa)	Resistencia Máxima (MPa)	Módulo de Elasticidad (Gpa)	Ductilidad (%)
Acero	[250; 690]	[400; 860]	[190; 210]	[12; 50]
Aluminio	[95; 500]	[110; 570]	[70; 75]	[9; 19]
Cobre	[70; 265]	[220; 390]	[115; 125]	[4; 45]
Bronce	[145; 330]	[310; 655]	[95; 110]	[6; 30]

Tabla 1. Propiedades de materiales (Tabla basada en el libro *Mecánica de Materiales* de Beer, Johnston, DeWolf, Mazurek, 2013 Pág. A-12.)

7. ESTADO DEL ARTE

El ensayo de resistencia de materiales se ha ido automatizando con el tiempo. Hoy día existe un sinnúmero de software en la capacidad de asistir y facilitar el desempeño de este tipo de prácticas. En esta revisión se pudo encontrar software dedicados a la resistencia de materiales en general y software dirigidos específicamente a los ensayos de tensión.

Dentro del primer grupo, se tiene el software **MDSolids** definido como un “Programa para elasticidad y resistencia de materiales de fácil manejo, entre cuyas posibilidades están torsión, círculos de Mohr...” (Universidad Politécnica de Madrid, 2002). En segundo lugar, el **Programa de Mario de Lama** es un software “de resistencia de materiales que permite el estudio de vigas (también hiperestáticas) mediante representación gráfica de diagramas de cortantes, momentos flectores...” (Universidad Politécnica de Madrid, 2002).

Atlas es otro programa que “Permite obtener el diagrama de cortantes para vigas con distintos apoyos, con un empotramiento (voladizos) así como el diagrama de momentos flectores y el valor máximo de estos. (Universidad Politécnica de Madrid, 2002). **DrBeam** es un programa “similar a Atlas que permite llevar a cabo el estudio de una sola viga y obtener el diagrama de cortantes, flectores, deformada, etc, permitiendo además modificar las cualidades de la viga y de su sección.” (Universidad Politécnica de Madrid, 2002). Y **DrFrame**, por su parte, “permite resolver todo tipo de estructuras planas, incluso hiperestáticas en tiempo real pudiendo obtener la deformada, los esfuerzos en las barras...” (Universidad Politécnica de Madrid, 2002).

Por ser software dedicados a características generales en las prácticas de resistencia de materiales, estos programas no cumplen con las necesidades específicas del laboratorio de resistencia de materiales de la Universidad de la Costa, por lo tanto, se profundizó en la búsqueda de un software que permitiera

desarrollar ensayos de tensión. De esta manera se conforma el siguiente grupo de software utilizados para tales fines.

En primer lugar, vale referenciar los software incorporados en las maquinas creadas por United, Shimadzu y Lloyd, los cuales cumplen con lo requerido para los ensayos de tensión establecidos por la norma ASTM E8; pero la adquisición de esta maquinaria se hace complicada por su elevado costo.

Es por ello que aparecen, en segundo lugar, software independientes, diseñados por personas y/o instituciones interesadas en llevar a cabo este tipo de prácticas, no obstante no llegan a ser comercializados y, por ende, no es posible acceder a ellos. Este es el caso del **Sistema Integrado para el registro de Fluencia**, desarrollado por el IDIEM, el Instituto de Investigaciones y Ensayos de Materiales de la Universidad de Chile, el cual fue “realizado en Visual Basic .NET 2005 para la medición de resistencia en tiempo real, de cualquier tipo de material, especialmente metálico. Genera un gráfico de fluencia en línea con deformación del material. Se conecta a SQL Server, generando certificados. Utilización de Placa PCI especializada y de puerto Serial.” (vhsoftware, 2011).

Teniendo en cuenta la revisión del estado del arte y analizando los pro y los contra de los software referenciados, se desarrolló un software propio que se adecuará a las necesidades del laboratorio de resistencia de materiales de la Universidad de la Costa, cumpliendo, a su vez, con lo establecido en la norma ASTM E8. Este software está en la capacidad de identificar las entradas para el análisis, que son los datos de fuerza y alargamiento, requeridas para los procedimientos del software académico.

Acto seguido, el software halla, genera y grafica los valores de esfuerzo y deformación unitaria, teniendo en cuenta las entradas del sistema. Posteriormente, el programa se conecta a Matlab para realizar la gráfica de los

valores de esfuerzo y deformación unitaria para visualizar y estudiar de forma clara el comportamiento de los materiales expuestos al ensayo.

El software también establece los porcentajes de elongación, porcentaje de reducción de área; halla el módulo de elasticidad, esfuerzo de fluencia, módulo de resiliencia, módulo de tenacidad, resistencia máxima y esfuerzo de ruptura. Y finalmente, identifica los cuatro principales materiales que se utilizan para los ensayos de tensión en el laboratorio, que son: Acero, aluminio, bronce y cobre.

8. DISEÑO METODOLÓGICO

Para el desarrollo del software académico que facilitara el estudio del comportamiento y reconocimiento de los principales materiales expuestos a ensayos de tensión en el laboratorio de resistencia de materiales de la Universidad de la Costa se utilizó Java version 7 update 45, como lenguaje de programación; Netbeans 7.2.1, como entorno de desarrollo; la librería de Java JFreeChart 1.0.14, como visualizador inicial de gráficas; y Matlab R2013b, como visualizador secundario de gráficas.

Con el fin de cumplir con las necesidades planteadas, se llevaron a cabo los siguientes procesos: En primer lugar, se requirió la entrada de los datos de fuerza y alargamiento para que el software pudiese realizar los respectivos análisis. Para esto, se desarrollaron dos módulos de ingreso de datos; El primero ofrece al usuario la alternativa de digitar los datos uno a uno. Pero, debido a lo demorado de este proceso, se habilitó el segundo módulo que permite la importación de una tabla de Excel con los datos del ensayo por medio de la API JExcel.

En segundo lugar, el software debía estar en capacidad de hallar y generar los valores de esfuerzo y deformación unitaria, tomando como referencia las entradas anteriores. Para el cumplimiento de este requisito, se programaron las formulas correspondientes a esfuerzo y deformación unitaria, que se encuentran en el marco teórico.

Como tercera medida, se necesitaba implementar la graficación en Matlab de los valores de esfuerzo y deformación unitaria para visualizar y estudiar de forma clara el comportamiento de los materiales expuestos al ensayo. Esta conexión se realizó por medio de la librería Matlab Control, a través de la cual se hizo la comunicación entre Java y Matlab. Cabe anotar que antes de la

conexión, la gráfica es visualizada por medio de la librería de Java JFreeChart 1.0.14.

Posteriormente, se debió realizar los módulos para establecer los porcentajes de elongación y porcentaje de reducción de área, programando las formulas respectivas que se pueden encontrar en el marco teórico.

En quinto lugar, se necesitó hallar el módulo de elasticidad, para lo cual se tuvo que realizar un procedimiento de análisis de la gráfica basado en la comparación de pendientes, con el fin de hallar la parte lineal de esta. La pendiente de esta línea recta es equivalente al módulo de elasticidad.

Luego, el esfuerzo de fluencia fue hallado por medio de la intersección de una línea recta y la gráfica esfuerzo-deformación. Esta línea recta debe tener pendiente igual al módulo de elasticidad y debe tener una separación entre 0,002 y 0,005 del punto 0,0 en el plano de X.

Después, el módulo de resiliencia se halló mediante la aplicación del método de Simpson, desde el punto 0,0 hasta el punto de esfuerzo de fluencia. A su vez, el módulo de tenacidad se halló mediante la aplicación del método de Simpson, desde el punto 0,0 hasta el punto de falla (último dato de la gráfica). Tanto el módulo de resiliencia como el de tenacidad pueden ser hallados por medio del método del trapecio, pero, como es sabido, el método de Simpson es de mayor exactitud.

En noveno lugar, la resistencia máxima se calculó al obtener el valor más alto de esfuerzo empleado en el ensayo. Para esta variable se realizó una comparación entre los esfuerzos y se determinó cuál de todos era el más alto. De manera seguida, el esfuerzo de ruptura fue determinado al obtener el último valor de esfuerzo del ensayo.

Finalmente, el software debía ser capaz de identificar, con respecto a los valores hallados, los cuatro principales materiales que se utilizan para los ensayos de tensión en el laboratorio, que son: Acero, aluminio, bronce y cobre. Al respecto, se tiene que existen diversas variables por las cuales se puede caracterizar un material, tales como: esfuerzo de fluencia, resistencia máxima, módulo de elasticidad y ductilidad, también llamado porcentaje de elongación, siendo el módulo de elasticidad la variable más relevante. En el caso del software desarrollado se utilizó el módulo de elasticidad, apoyado en la Tabla 1 referenciada en el marco teórico, para esta caracterización, pues es el único valor que deja ver una marcada diferencia entre los materiales.

9. INGENIERÍA DEL SOFTWARE

9.1. Requerimientos Funcionales

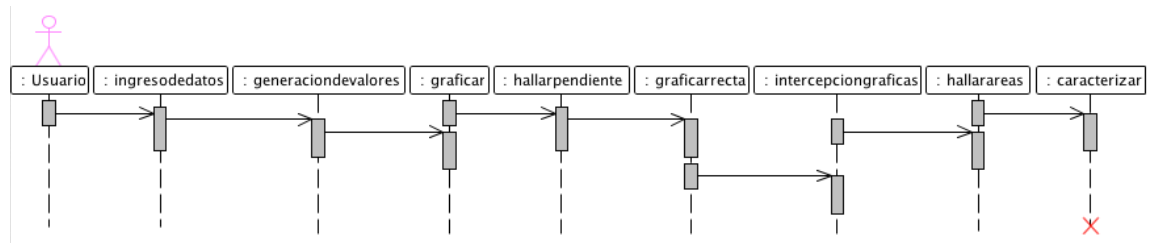
- El software deberá identificar las entradas para el análisis, los datos de fuerza y alargamiento requeridas.
- El software deberá hallar, generar y graficar los valores de esfuerzo y deformación unitaria, teniendo en cuenta las entradas del sistema.
- El software deberá implementar la graficación en Matlab de los valores de esfuerzo y deformación unitaria.
- El software deberá hallar los siguientes valores: Porcentaje de elongación, porcentaje de reducción de área, módulo de elasticidad, esfuerzo de fluencia, módulo de resiliencia, módulo de tenacidad, resistencia máxima y esfuerzo de ruptura.
- El software deberá caracterizar el material según los datos obtenidos en el análisis del ensayo.

9.2. Requerimientos del Sistema

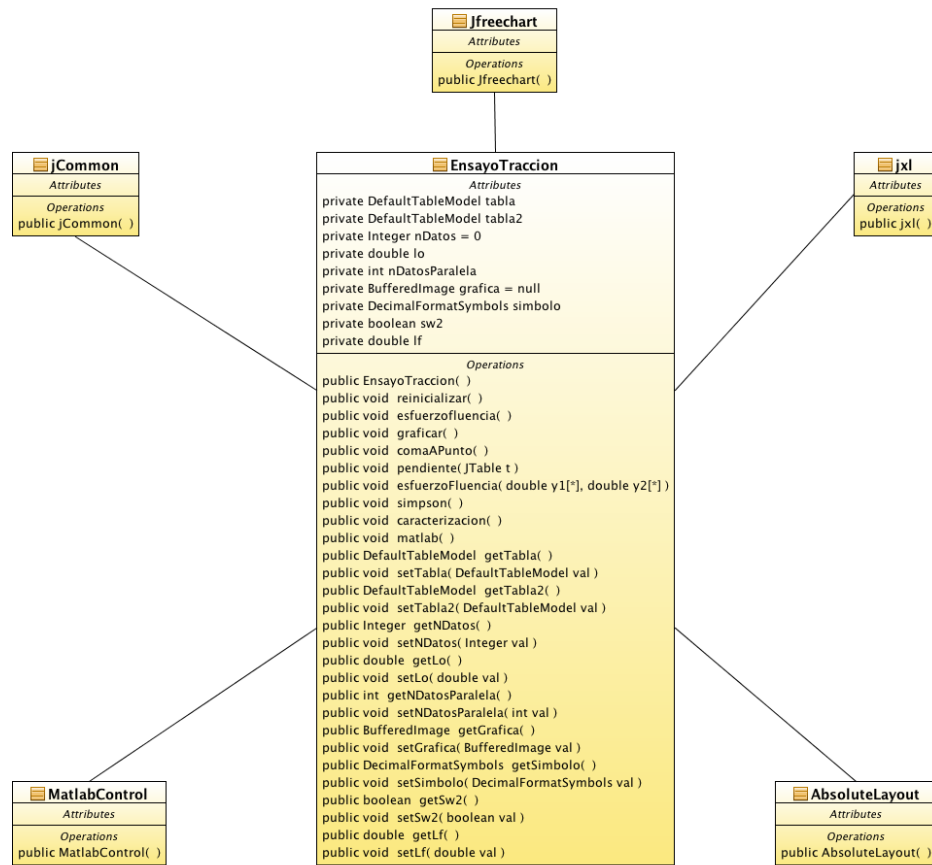
- Windows 7 (SP1).
- Matlab R2013b.
- Java versión 6 o superior.
- 1024MB mínimos de RAM.
- 1GB mínimo de espacio libre en Disco duro.

9.3. Diseño del Software

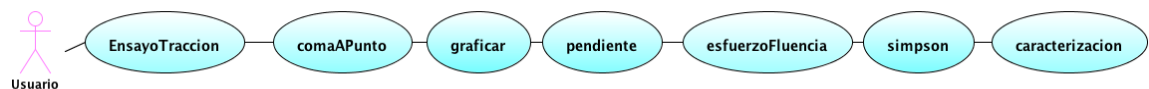
9.3.1 Diagrama Conceptual



9.3.2 Diagrama de Clases



9.3.3 Diagrama Casos de Uso



10. RESULTADOS

En cumplimiento de cada uno de los objetivos propuestos para el diseño y desarrollo del software académico que simplificara el estudio, del comportamiento y reconocimiento, de los principales materiales expuestos a ensayos de tensión en el laboratorio de resistencia de materiales de la Universidad de la Costa, se:

- Estableció un listado de requerimientos académicos específicos para la construcción del software. Dichos requerimientos se mencionan en el apartado ‘Ingeniería de Software’.
- Determinaron los modelos matemáticos y herramientas informáticas necesarias para el cumplimiento de los requerimientos académicos del software. Dichos modelos y herramientas son desglosados en el apartado ‘Marco Teórico’.
- Codificó cada uno de los módulos que integran el software, en cumplimiento de los requerimientos académicos mencionados en el apartado ‘Ingeniería de Software’.
- Diseñó una interfaz de fácil manipulación del software que simplifica la visualización de los resultados del ensayo de tensión, tal como se observa en las imágenes 1 y 2.

Al realizarse la implementación del software, la Universidad de la Costa será la única beneficiada. Específicamente, gozarán de esta herramienta los estudiantes de IV semestre del programa de Ingeniería Civil, que se encuentren matriculados en la asignatura ‘Laboratorio de Resistencia de Materiales’.

Laboratorio Virtual de Resistencia de Materiales: Ensayo de Tracción

Agregar Dato

Nuevo

Importar...

Graficar

DATOS INICIALES

Longitud Inicial:

mm

Área:

Circular

mm

Diametro:

mm

UNIVERSIDAD DE LA COSTA

1978

% Elongación:

% Reducción de Área:

Módulo de Elasticidad:

Esfuerzo de Fluencia:

Módulo de Tenacidad:

Módulo de Resiliencia:

Resistencia Máxima:

Esfuerzo de Ruptura:

Tipo de Material:

Fuerza (N)

Alargamiento (mm)

Esfuerzo (σ)

Deformación Un (ϵ)

Ver gráfica en Matlab

Imagen 1. Inicio del ensayo.

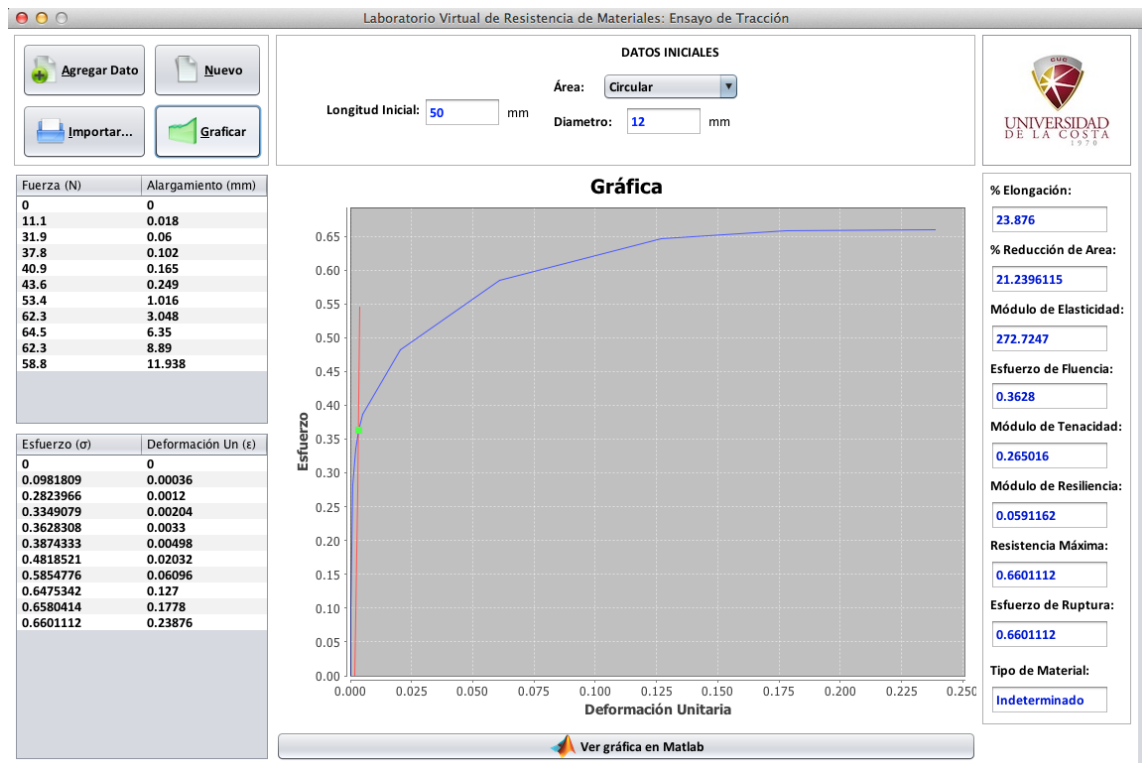


Imagen 2. Fin del ensayo (Muestra de resultados).

11. CONCLUSIONES

Con el proceso de desarrollo del software académico, que dará inicio a la sistematización del laboratorio de resistencia de materiales de la Universidad de la Costa, se pudieron obtener las siguientes conclusiones:

- De acuerdo al estado del arte, los productos de software concernientes a la asistencia en los ensayos de tensión son escasos, de difícil acceso o de procedencia no comercial.
- Por medio de Matlab Control, se estableció una conexión que permitiera mejorar la visualización y manipulación de gráficas en Java, contando con el apoyo de MatLab y accediendo, a su vez, a gran parte de las funcionalidades que este entorno ofrece.

12. BIBLIOGRAFÍA

ASTM. American Society for Testing and Materials [en línea]
<<http://www.astm.org/Standards/E8.htm>> [citado en 14 de abril de 2014]

AHUMADA J.L. Caracterización de materiales de uso de ingeniería. Colombia: Corporacion Universitaria de la Costa CUC, 2009.

BALDOR, J.A. Geometría plana y del espacio. México: Publicaciones Cultural, 2004.

BEER, JOHNSTON, DEWOLF, MAZUREK. Mecánica de Materiales. México: McGraw-Hill, 2013.

DICE. SourceForge [en línea] <<http://sourceforge.net/projects/jexcelapi/>> [citado en 14 de abril de 2014]

EAC. Encuentro Internacional de Acero en Colombia [en línea]
<<http://www.eac.com.co/presentacion/historia-del-acero/46-queeselacero>>
[citado en 14 de abril de 2014]

FINK, WAYNE, CARROLL. Manual práctico de electricidad para ingenieros. 11 ed. Barcelona: Editorial Reverté, 1981.

IDEMAR. Regla de Simpson [en línea]
<<http://www.desarrollomaritimo.cl/docum/simpson.pdf>> [citado en 14 de abril de 2014]

LLOYD. Materials testing machines [en línea] <<http://www.lloyd-instruments.co.uk/Products/Twin-column-bench/index.aspx>> [citado en 14 de abril de 2014]

MATHWORKS. Matlab: El lenguaje del cálculo técnico [en línea] <http://www.mathworks.es/products/matlab/?s_tid=hp_fp_ml> [citado en 14 de abril de 2014]

MATLABCONTROL. Matlabcontrol [en línea] <<https://code.google.com/p/matlabcontrol/wiki/Walkthrough>> <<https://code.google.com/p/matlabcontrol/>> [citado en 14 de abril de 2014]

MESA, J. Ensayo de tensión [en línea] <<http://ylang-ylang.uninorte.edu.co/objetos/Ingenieria/EnsayoDeTension/concepto4.html>> [citado en 14 de abril de 2014]

MICROSOFT CORPORATION. Office [en línea] <<http://office.microsoft.com/es-es/excel-help/que-es-excel-HA010265948.aspx>> [citado en 14 de abril de 2014]

OBJECT REFINERY. JFreeChart [en línea] <<http://www.jfree.org/jfreechart/>> [citado en 14 de abril de 2014]

OBJECT REFINERY. JCommon [en línea] <<http://www.jfree.org/jcommon/>> [citado en 14 de abril de 2014]

ORACLE. Java [en línea] <http://www.java.com/es/download/faq/whatis_java.xml> [citado en 14 de abril de 2014]

ORACLE. Netbeans. [en línea] <https://netbeans.org/index_es.html> [citado en 14 de abril de 2014]

RAE. Real Academia Española [en línea]
<<http://lema.rae.es/drae/srv/search?id=cEDH57zMiDXX2XDxjHuh>> [citado en 14 de abril de 2014]

RODRÍGUEZ, R. Gráficas con Matlab. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, 2010.

SHIMADZU. Tensile testing machine [en línea]
<<http://www.shimadzu.eu/tensile-testing-machine>> [citado en 14 de abril de 2014]

UNITED. Testing system software [en línea]
<http://www.tensiletest.com/products_services/product_services_software.shtml> [citado en 14 de abril de 2014]

UNIVERSIDAD DE AUTOFAGASTA. Unidad modular N° 2: El cobre [en línea]
<<http://www.uantof.cl/cobre/pdfs/capitulo2opt.pdf>> [citado en 14 de abril de 2014]

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. Aluminio [en línea]
<http://www.ingenieria.unam.mx/herescas/papime/alumnos_herecas/Materiales/PO-Tema4.5-Aluminio%20_S2006-2_Texto.pdf> [citado en 14 de abril de 2014]

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID. Software (programas) [en línea]
<<http://labrm.mecaest.etsii.upm.es/software.htm>> [citado en 14 de abril de 2014]

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA. Metalografía [en línea]
<<http://blog.utp.edu.co/metalografia/2012/07/31/2-propiedades-mecanicas-de-los-materiales/>> [citado en 14 de abril de 2014]


VHSOFTWARE. Software para medición de resistencia de material [en línea].
<<http://www.youtube.com/watch?v=1lnF1dPVe7U>> [citado en 14 de abril de 2014]


ZAMORA, L. Aleaciones para resistir altas temperaturas: Superalaciones. En:
Revista Contacto Nuclear, No. 35, 2004.


ANEXOS


GUÍA DE USO PARA EL SOFTWARE DE ENSAYOS DE TRACCIÓN

Laboratorio Virtual de Resistencia de Materiales: Ensayo de Tracción

 **Agregar Dato**


 **Nuevo**

 **Importar...**


 **Graficar**

DATOS INICIALES

Longitud Inicial: mm

Área: **Circular** 

Diametro: mm


UNIVERSIDAD DE LA COSTA
1973

Fuerza (N)

Alargamiento (mm)

Esfuerzo (σ)

Deformación Un (ϵ)

% Elongación:

% Reducción de Área:

Módulo de Elasticidad:

Esfuerzo de Fluencia:


Módulo de Tenacidad:

Módulo de Resiliencia:

Resistencia Máxima:

Esfuerzo de Ruptura:

Tipo de Material:

 Ver gráfica en Matlab

Para el ingreso de los datos del ensayo podemos realizarlo manualmente por medio del botón **Agregar Dato**.

Laboratorio Virtual de Resistencia de Materiales: Ensayo de Tracción

Agregar Dato

Nuevo

Importar...

Graficar

DATOS INICIALES

Longitud Inicial:


mm

Área:

Circular

Diametro:

mm



Fuerza (N)

Alargamiento (mm)

0

0

Esfuerzo (σ)

Deformación Un (ϵ)

% Elongación:

% Reducción de Área:

Módulo de Elasticidad:

Esfuerzo de Fluencia:

Módulo de Tenacidad:

Módulo de Resiliencia:

Resistencia Máxima:

Esfuerzo de Ruptura:

Tipo de Material:

Ver gráfica en Matlab

Estos datos serán agregados uno por uno hasta completar el número de términos del ensayo.

Laboratorio Virtual de Resistencia de Materiales: Ensayo de Tracción

Agregar Dato

Nuevo

Importar...

Graficar

DATOS INICIALES

Longitud Inicial:


mm

Área:

Circular

Diametro:

mm



Fuerza (N)

Alargamiento (mm)

5

0

Esfuerzo (σ)

Deformación Un (ϵ)

% Elongación:

% Reducción de Área:

Módulo de Elasticidad:

Esfuerzo de Fluencia:

Módulo de Tenacidad:

Módulo de Resiliencia:

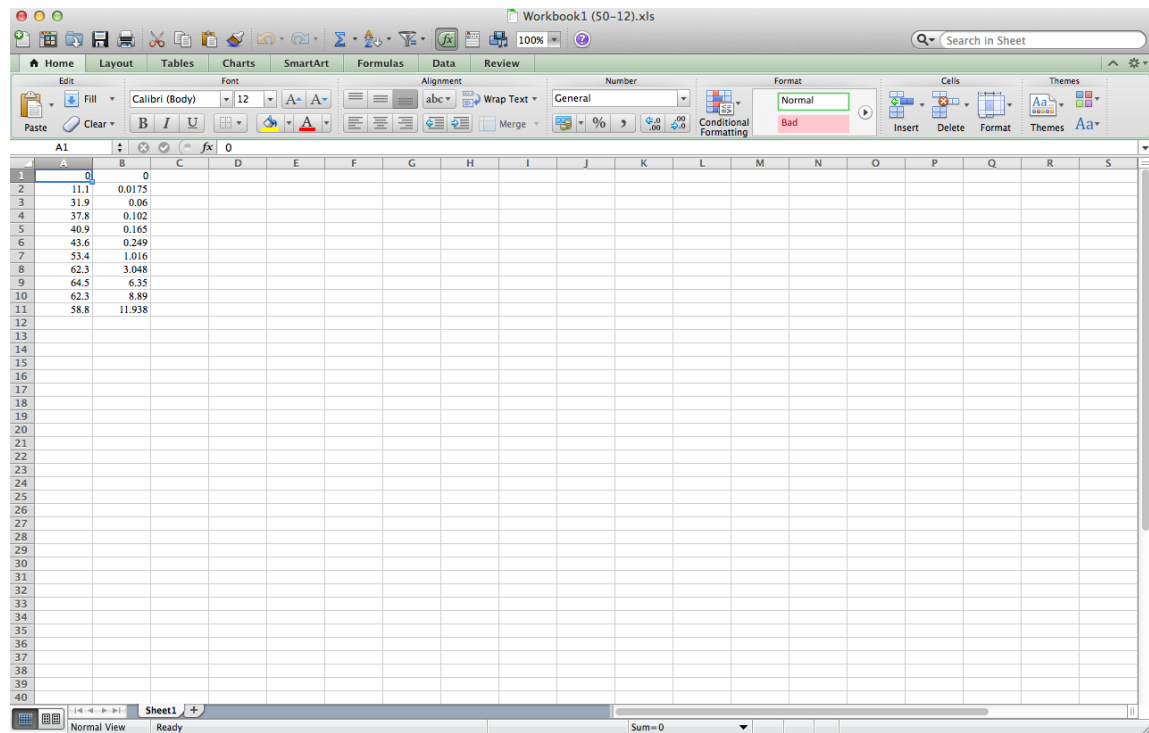
Resistencia Máxima:

Esfuerzo de Ruptura:

Tipo de Material:

Ver gráfica en Matlab

Otra forma de realizar esto es realizar una importación de una tabla de Excel, (solo se admite formato xls; Excel 2003-2007) donde la primera columna deberá corresponder a la fuerza y la segunda a los alargamientos.



Vamos al botón **Importar** y se desplegará una ventana para ubicar nuestro archivo.

Laboratorio Virtual de Resistencia de Materiales: Ensayo de Tracción

Agregar Dato

Nuevo

Importar...

Graficar

DATOS INICIALES

Longitud Inicial: mm

Área:

Diametro: mm

Fuerza (N) | Alargamiento (mm)

Esfuerzo (σ) | Deformación Un (ϵ)

% Elongación:

% Reducción de Área:

Módulo de Elasticidad:

Esfuerzo de Fluencia:

Módulo de Tenacidad:

Módulo de Resiliencia:

Resistencia Máxima:

Esfuerzo de Ruptura:

Tipo de Material:

Ver gráfica en Matlab

Open

Look In:

build

dist

lib

nbproject

src

test

build.xml

manifest.mf

Workbook1 (50-12).xls

Workbook2.xls

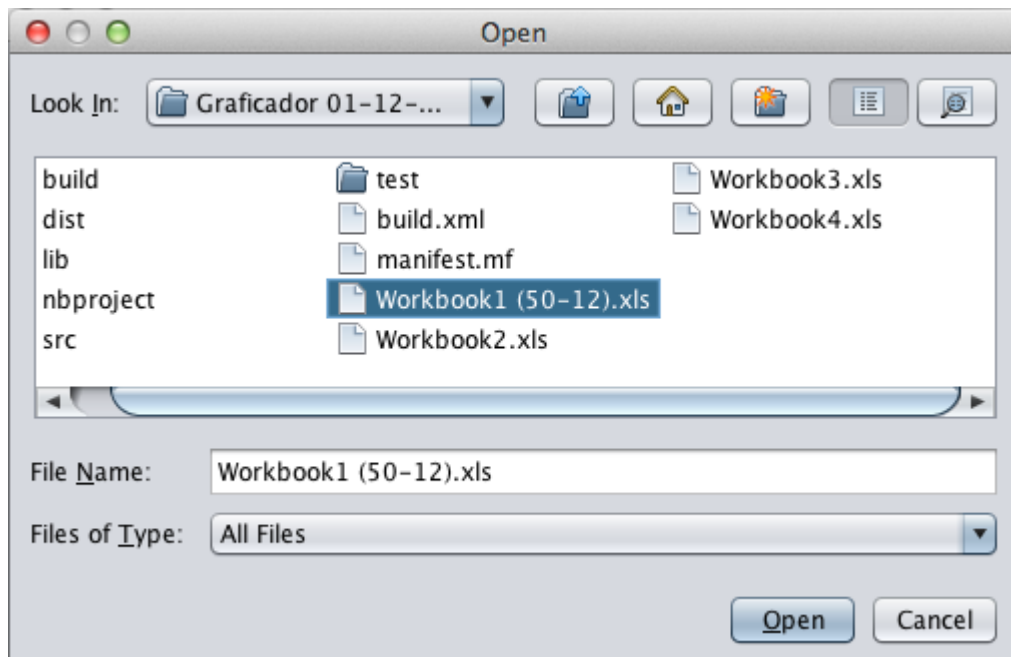
Workbook3.xls

Workbook4.xls

File Name:

Files of Type:

Open Cancel



Al abrir nuestro archivo, los datos se cargarán automáticamente en nuestra tabla de valores.

[illegible]

Con nuestra tabla de valores llena, nos disponemos a digitar los valores de longitud inicial y diámetro de nuestra probeta dependiendo del área de esta: Circular o rectangular.

Laboratorio Virtual de Resistencia de Materiales: Ensayo de Tracción

Agregar Dato

Nuevo

Importar...

Graficar

DATOS INICIALES

Longitud Inicial:

 mm

Área:

Circular

Diámetro:

Rectangular

Circular

**UNIVERSIDAD
DE LA COSTA**
1972

Fuerza (N)	Alargamiento (mm)
0	0
11.1	0.018
31.9	0.06
37.8	0.102
40.9	0.165
43.6	0.249
53.4	1.016
62.3	3.048
64.5	6.35
62.3	8.89
58.8	11.938

Esfuerzo (σ)

Deformación Un (ϵ)

% Elongación:

% Reducción de Area:

Módulo de Elasticidad:

Esfuerzo de Fluencia:

Módulo de Tenacidad:

Módulo de Resiliencia:

Resistencia Máxima:

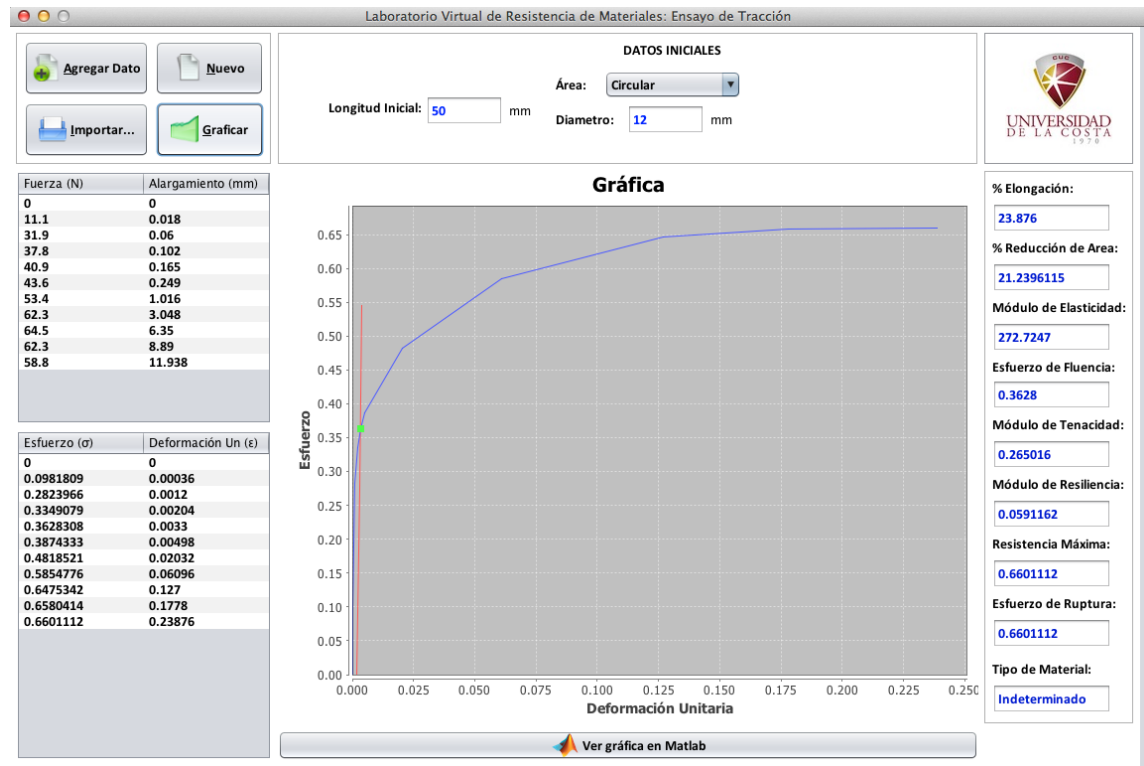
Esfuerzo de Ruptura:

Tipo de Material:

Ver gráfica en Matlab

[illegible]

Al presionar el botón **Graficar**, podemos observar la gráfica y todos los datos correspondientes a nuestro ensayo de tensión.





Además, se ha habilitado un botón llamado **“Ver gráfica en MatLab”**, que nos permitirá obtener nuestra gráfica en MatLab y analizarla de una mejor manera.


Si deseamos ingresar los datos de otro ensayo podemos realizar utilizando el botón


Nuevo.

Laboratorio Virtual de Resistencia de Materiales: Ensayo de Tracción

 Agregar Dato

 Importar...

 Nuevo

 Graficar **Nuevo**

DATOS INICIALES

Longitud Inicial: mm

Área:

Circular


Diametro: mm

Fuerza (N)

Alargamiento (mm)

Esfuerzo (σ)

Deformación Un (ϵ)



UNIVERSIDAD
DE LA COSTA
1973

% Elongación:

% Reducción de Área:

Módulo de Elasticidad:

Esfuerzo de Fluencia:


Módulo de Tenacidad:

Módulo de Resiliencia:

Resistencia Máxima:

Esfuerzo de Ruptura:

Tipo de Material:

 Ver gráfica en Matlab

**CARTA DE ENTREGA Y AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA
CONSULTA, LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO DE TESIS Y TRABAJOS DE
GRADO**

Barranquilla, 20 de junio de 2014

Marque con una X

Tesis ☐ **Trabajo de Grado** ☒

Yo Billy Betancur Castro, identificado con C.C. No. 1.129'576.280, actuando en nombre propio y como autor de la tesis y/o trabajo de grado titulado Diseño y desarrollo de un software académico para el estudio del comportamiento y reconocimiento de materiales expuestos a ensayos de tensión en el laboratorio de resistencia de materiales de la universidad de la costa presentado y aprobado en el año 2014 como requisito para optar al título de Ingeniero de Sistemas;

hago entrega del ejemplar respectivo y de sus anexos de ser el caso, en formato digital o electrónico (DVD) y autorizo a la UNIVERSIDAD DE LA COSTA, CUC, para que en los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia, utilice y use en todas sus formas, los derechos patrimoniales de reproducción, comunicación pública, transformación y distribución (alquiler, préstamo público e importación) que me corresponden como creador de la obra objeto del presente documento.

Y autorizo a la Unidad de información, para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad de la Costa, CUC, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en la página Web de la Facultad, de la Unidad de información, en el repositorio institucional y en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la institución y Permita la consulta, la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato

DVD o digital desde Internet, Intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

El AUTOR - ESTUDIANTES, manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y la realizó sin violar o usurpar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es de su exclusiva autoría y detenta la titularidad ante la misma. PARÁGRAFO: En caso de presentarse cualquier reclamación o acción por parte de un tercero en cuanto a los derechos de autor sobre la obra en cuestión, EL ESTUDIANTE - AUTOR, asumirá toda la responsabilidad, y saldrá en defensa de los derechos aquí autorizados; para todos los efectos, la Universidad actúa como un tercero de buena fe.

Para constancia se firma el presente documento en dos (02) ejemplares del mismo valor y tenor, en Barranquilla D.E.I.P., a los 20 días del mes de Junio de Dos Mil Catorce 2014.

EL AUTOR - ESTUDIANTE._____

FIRMA

FORMULARIO DE LA DESCRIPCIÓN DE LA TESIS O DEL TRABAJO DE GRADO

TÍTULO COMPLETO DE LA TESIS O TRABAJO DE GRADO: Diseño y desarrollo de un software académico para el estudio del comportamiento y reconocimiento de materiales expuestos a ensayos de tensión en el laboratorio de resistencia de materiales de la universidad de la costa

SUBTÍTULO, SI LO TIENE:

AUTOR AUTORES

Apellidos Completos	Nombres Completos
Betancur Castro	Billy

DIRECTOR (ES)

Apellidos Completos	Nombres Completos
De La Hoz	Alexis

JURADO (S)

Apellidos Completos	Nombres Completos
Mercado De La Hoz	Darwin Eduardo

ASESOR (ES) O CODIRECTOR

Apellidos Completos	Nombres Completos

TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Ingeniero de Sistemas

FACULTAD: Ingeniería

PROGRAMA: Pregrado ☒ Especialización _____

NOMBRE DEL PROGRAMA Ingeniería de Sistemas

CIUDAD: Barranquilla **AÑO DE PRESENTACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO:**2014

NÚMERO DE PÁGINAS 60

TIPO DE ILUSTRACIONES:

- | | |
|--|--------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Ilustraciones | <input type="checkbox"/> Planos |
| <input type="checkbox"/> Láminas | <input type="checkbox"/> Mapas |
| <input type="checkbox"/> Retratos | <input type="checkbox"/> Fotografías |
| <input checked="" type="checkbox"/> Tablas, gráficos y diagramas | |

MATERIAL ANEXO (Vídeo, audio, multimedia o producción electrónica):

Duración del audiovisual: _____ minutos.

Número de casetes de vídeo: _____ Formato: VHS ____ Beta Max ____ $\frac{3}{4}$ ____ Beta Cam ____

Mini DV ____ DV Cam ____ DVC Pro ____ Vídeo 8 ____ Hi 8 ____

Otro. Cuál? _____

Sistema: Americano NTSC _____ Europeo PAL _____ SECAM _____

Número de casetes de audio: _____

Número de archivos dentro del DVD (En caso de incluirse un DVD diferente al trabajo de grado): 1 Software y guía de uso _____

PREMIO O DISTINCIÓN (*En caso de ser LAUREADAS o tener una mención especial*):

DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS: Son los términos que definen los temas que identifican el contenido. (*En caso de duda para designar estos descriptores, se recomienda consultar con la Unidad de Procesos Técnicos de la Unidad de información en el correo biblioteca@cuc.edu.co, donde se les orientará*).

ESPAÑOL

Software académico
Resistencia Materiales
Ensayo de Tensión

INGLÉS

Academic Software
Strength of Materials
Tensile Tests

RESUMEN

Debido al auge de la tecnología, hoy día se hace necesaria la utilización de los avances tecnológicos con el fin de ejecutar los procesos con exactitud y precisión, en menor tiempo. Teniendo en cuenta lo anterior, y pensando en la forma de sistematizar las prácticas académicas, surgió la iniciativa de diseñar y desarrollar un software académico para el estudio del comportamiento y reconocimiento de materiales expuestos a ensayos de tensión en el laboratorio de resistencia de materiales de la Universidad de la Costa, indicando claramente la problemática y la justificación del mismo, así como su metodología, que consistió en establecer los requerimientos académicos específicos, determinar los modelos matemáticos y herramientas informáticas a utilizar, codificar los módulos requeridos y diseño de interfaz.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se pudo concluir que los productos de software concernientes a la asistencia en los ensayos de tensión son escasos, de difícil acceso o de procedencia no comercial; y que la utilización de Matlab permite mejoras en la visualización de gráficas en el software desarrollado.

ABSTRACT

Due to the rise of technology, the use of technological advances is needed nowadays, in order to run the process with accuracy and precision in less time. Considering the above, and thinking about how to systematize the academic practices, arose the initiative to design and develop an academic software for the study of behavior and recognition of materials exposed to tensile testing at the strength of materials laboratory at the 'Universidad de la Costa', indicating the problem clearly and justification thereof, as well as its methodology, which consisted in establishing the specific academic requirements, determining the mathematical models and computer tools to use, encoding the required modules and interface design.

According to the results, it was concluded that the software products concerning the assistance in the tensile testing are scarce, inaccessible or non-commercial origin; and that using Matlab allows improvements in the graphical display of the software developed.